



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0027019
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 04월 29일
Date of Application APR 29, 2003

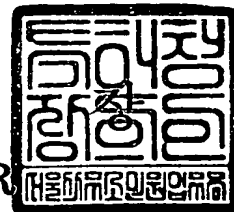
출원인 : 주식회사 하이닉스반도체
Applicant(s) Hynix Semiconductor Inc.



2003 년 10 월 24 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0021
【제출일자】	2003.04.29
【발명의 명칭】	광감도를 향상시킨 시모스 이미지센서 제조방법
【발명의 영문명칭】	FABRICATING METHOD OF CMOS IMAGE SENSOR WITH IMPROVED LIGHT SENSITIVITY
【출원인】	
【명칭】	주식회사 하이닉스반도체
【출원인코드】	1-1998-004569-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-049307-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정창영
【성명의 영문표기】	JEONG, Chang Young
【주민등록번호】	701121-1244711
【우편번호】	361-260
【주소】	충청북도 청주시 흥덕구 가경동 대원아파트 104-1103
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신대웅
【성명의 영문표기】	SHIN, Dae Ung
【주민등록번호】	721230-1836014
【우편번호】	361-260
【주소】	충청북도 청주시 흥덕구 가경동 1510 세원3차아파트 109-1409
【국적】	KR
【심사청구】	청구



1020030027019

출력 일자: 2003/10/29

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
특허법인 신성 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 8 면 8,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 7 항 333,000 원

【합계】 370,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 시모스 이미지센서의 제조방법에 관한 것으로 특히, 칼라필터 상부에 형성된 오버코팅레이어에 미세한 방지골을 형성하여 후속 마이크로렌즈 형성공정에서 브리지 현상을 방지한 발명이다. 이를 위한 본 발명은, 포토다이오드를 포함한 하부구조 형성이 완료된 기판 상에 칼라필터를 형성하고 상기 칼라필터 상에 양성 감광막을 이용한 오버코팅 레이어를 형성하는 단계; 바이너리 마스크를 이용한 포토공정을 진행하여 상기 칼라필터가 인접하는 영역에 대응하는 상기 오버코팅 레이어 상에 브리지 방지골을 형성하는 단계; 및 방지골이 형성된 상기 오버코팅 레이어 상에 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.

【대표도】

도 2d

【색인어】

이미지센서, 방지골, 브리지현상, 바이너리 마스크, 위상천이 마스크

【명세서】

【발명의 명칭】

광감도를 향상시킨 시모스 이미지센서 제조방법{FABRICATING METHOD OF CMOS IMAGE SENSOR WITH IMPROVED LIGHT SENSITIVITY}

【도면의 간단한 설명】

도1은 종래기술에 따른 시모스 이미지센서의 단면구조를 도시한 단면도,

도2a 내지 도2d는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 시모스 이미지센서의 제조공정을 도시한 공정단면도,

도3a 내지 도3d는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 시모스 이미지센서의 제조공정을 도시한 공정단면도,

도4a 내지 도4d는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 시모스 이미지센서의 제조공정을 도시한 공정단면도.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

20 : 기판 21 : 소자분리막

22 : 포토다이오드 23 : 층간절연막

24 : 최중금속배선 25 : 페시베이션막

26 : 칼라필터 27 : 오버코팅레이어

28 : 마이크로렌즈

31, 32 : 바이너리 마스크 33a,33b : 위상천이 마스크

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <12> 본 발명은 시모스 이미지센서의 제조방법에 관한 것으로, 칼라필터 상에 형성된 오버코팅 레이어(over coating layer)에 방지골을 형성하여 마이크로렌즈 형성공정에서 발생할 수 있는 브리지(bridge) 현상을 방지한 발명이다.
- <13> 일반적으로, 이미지센서라 함은 광학 영상(optical image)을 전기 신호로 변환시키는 반도체소자로서, 이중에서 전하결합소자(CCD : charge coupled device)는 개개의 MOS(Metal-Oxide-Silicon) 커패시터가 서로 매우 근접한 위치에 있으면서 전하 캐리어가 커패시터에 저장되고 이송되는 소자이며, 시모스(Complementary MOS) 이미지센서는 제어회로(control circuit) 및 신호처리회로(signal processing circuit)를 주변회로로 사용하는 CMOS 기술을 이용하여 화소수 만큼의 MOS트랜지스터를 만들고 이것을 이용하여 차례차례 출력(output)을 검출하는 스위칭 방식을 채용하는 소자이다.
- <14> CCD(charge coupled device)는 구동 방식이 복잡하고 전력소모가 많으며, 마스크 공정 스텝수가 많아서 공정이 복잡하고 시그날 프로세싱 회로를 CCD 칩내에 구현 할 수 없어 원칩(One Chip)화가 곤란하다는 등의 여러 단점이 있는 바, 최근에 그러한 단점을 극복하기 위하여 서브-마이크론(sub-micron) CMOS 제조기술을 이

용한 CMOS 이미지센서의 개발이 많이 연구되고 있다. CMOS 이미지센서는 단위 화소(Pixel) 내에 포토다이오드와 MOST랜지스터를 형성시켜 스위칭 방식으로 차례로 신호를 검출함으로써 이미지를 구현하게 되는데, CMOS 제조기술을 이용하므로 전력 소모도 적고 마스크 수도 20개 정도로 30~40개의 마스크가 필요한 CCD 공정에 비해 공정이 매우 단순하며 여러 신호 처리 회로와 원칩화가 가능하여 차세대 이미지센서로 각광을 받고 있다.

- <15> 칼라 이미지를 구현하기 위한 이미지센서는 외부로부터의 빛을 받아 광전하를 생성 및 축적하는 광감지부분 상부에 칼라필터가 어레이되어 있다. 칼라필터 어레이(CFA : Color Filter Array)는 레드(Red), 그린(Green) 및 블루(Blue)의 3가지 칼라로 이루어지거나, 옐로우(Yellow), 마젠타(Magenta) 및 시안(Cyan)의 3가지 칼라로 이루어진다.
- <16> 그리고, 이미지센서는 빛을 감지하는 광감지부분과 감지된 빛을 전기적 신호로 처리하여 데이터화 하는 로직회로 부분으로 구성되어 있는 바, 광감도를 높이기 위하여 전체 이미지센서 소자에서 광감지부분의 면적이 차지하는 비율(Fill Factor)을 크게 하려는 노력이 진행되고 있지만, 근본적으로 로직회로 부분을 제거할 수 없기 때문에 제한된 면적하에서 이러한 노력에는 한계가 있다.
- <17> 따라서, 광감도를 높여주기 위하여 광감지부분 이외의 영역으로 입사하는 빛의 경로를 바꿔서 광감지부분으로 모아주는 집광기술이 등장하였는데, 이러한 집광을 위하여 이미지센서는 칼라필터 상에 마이크로렌즈(microlens)를 형성하는 방법을 사용하고 있다.
- <18> 도1은 이와같은 칼라필터와 마이크로렌즈를 포함하여 구성된 시모스 이미지센서의 구성을 도시한 단면도로서 이를 참조하여 설명하면 먼저, 반도체 기판(11) 상에는 활성영역과 필드영역을 정의하는 소자분리막(12)이 형성되어 있으며, 각각의 단위화소에는 빛을 수광하여 광전

하를 생성하는 포토다이오드(13)가 형성되어 있다. 도1a에는 단위화소를 구성하는 각각의 트랜지스터들은 도시하지 않았다.

<19> 이와같이 소자분리막(12)과 포토다이오드(13)을 비롯한 관련소자들이 형성된 이후에, 반도체 기판(11) 상에 층간절연막(14)이 형성되고, 층간절연막(14) 상에는 최종금속배선(15)이 형성된다. 도1에서는 1개의 금속배선(15)이 사용되는 경우를 도시하였지만, 더 많은 금속배선이 사용될 수도 있으며, 가장 상부에 형성된 금속배선을 최종금속배선(15)이라 칭한다. 이때, 금속배선은 포토다이오드(13)으로 입사하는 빛을 가리지 않기 위해 의도적으로 레이아웃(layout) 되어 형성된다.

<20> 이와같이 최종금속배선(15)을 형성한 이후에, 습기나 스크래치(scratch) 등으로부터 소자를 보호하기 위하여 최종금속배선(15) 상에 패시베이션막(16)을 형성한다.

<21> 다음으로 패시베이션막(16) 상에 평탄화막(미도시)을 형성한 후, 평탄화막 상에 칼라필터가 형성되거나 또는 패시베이션막(16) 상에 바로 칼라필터가 형성될 수 있다.

<22> 도1에는 패시베이션막(16) 상에 바로 칼라필터(17)를 형성하는 경우를 도시하였다. 이와같이 패시베이션막(16) 상에 칼라이미지 구현을 위한 칼라필터(17)가 형성되는데, 칼라필터는 통상적으로 염색된 포토레지스트가 사용되며, 각각의 단위화소마다 하나의 칼라필터(17)가 형성되어, 입사하는 빛으로부터 색을 분리해 낸다.

<23> 도1에 도시된 블루, 레드, 그린의 세가지 칼라필터는 모두 포토레지스트를 사용하여 형성되며, 또한 이웃하는 칼라필터들은 서로 약간씩 오버랩(overlap)되어 형성된다. 이와같이 인접한 칼라필터가 서로 약간씩 오버랩되어 형성되기 때문에, 이로인한 단차가 발생하며, 이를

보완하기 위해 칼라필터(17) 상에 오버코팅 레이어(Over Coating Layer : OCL)(18)를 형성한다.

- <24> 빛을 집광하기 위한 마이크로렌즈는 평탄화된 표면 상에 형성되어야 하는데, 이를 위해서는 칼라필터로 인한 단차를 없애야 한다. 따라서, 전술한 바와같이 칼라필터(17) 상에 오버코팅 레이어(18)가 형성되어 단차를 없애는 역할을 하며, 오버코팅 레이어(18) 역시 감광막 계열의 막으로 이루어진다.
- <25> 이와같이 오버코팅 레이어(18)를 칼라필터(17) 상부에 형성하여 단차를 제거한 후에, 평탄화된 표면을 갖는 오버코팅 레이어(18) 상에 마이크로렌즈(19)가 형성된다. 마이크로렌즈(19)를 형성하는 방법에 대해 설명하면 다음과 같다.
- <26> 먼저, 광 투과도가 높은 실리콘 산화막 계열의 감광성 포토레지스트(photo resist)를 스핀온 코팅장치(spin-on-coater)를 이용하여 도포한다. 다음으로 적절한 마스크를 사용한 패터닝 공정을 수행하여, 각각의 단위화소에 대응하는 각진 형태의 마이크로렌즈를 형성한다.
- <27> 다음으로, 열공정을 적용하여 각진 형태의 마이크로렌즈를 플로우(flow) 시키면, 도1에 도시된 바와같은 돔(dome) 형태의 마이크로렌즈를 얻을 수 있다.
- <28> 이와같은 구조의 시모스 이미지센서에서는, 돔(dome) 형태의 마이크로렌즈의 너비(width)가 넓을수록 넓을수록 받아들일 수 있는 빛의 양이 많기 때문에, 너비가 넓은 것이 장점이 되지만 브리지(bridge) 측면에서 보면 단점이 되고 있다.
- <29> 즉, 마이크로렌즈의 너비가 넓은 경우에는 받아들일 수 있는 빛의 양의 증가하여 광 집속효율이 증가하는 장점이 있지만, 마이크로렌즈의 너비가 넓어서 인접한 마이크로렌즈간의 간

격이 좁아질 수록, 후속 플로우 공정에서 인접한 마이크로렌즈가 서로 붙어버리는 브리지 (bridge) 현상이 발생하는 단점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<30> 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 칼라필터 상에 형성되는 오버코팅 레이어에 방지골을 형성하여 브리지현상을 방지한 시모스 이미지센서 제조방법을 제공함을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<31> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 포토다이오드를 포함한 하부구조 형성이 완료된 기판 상에 칼라필터를 형성하고 상기 칼라필터 상에 양성 감광막을 이용한 오버코팅 레이어를 형성하는 단계; 바이너리 마스크를 이용한 포토공정을 진행하여 상기 칼라필터가 인접하는 영역에 대응하는 상기 오버코팅 레이어 상에 브리지 방지골을 형성하는 단계; 및 방지골이 형성된 상기 오버코팅 레이어 상에 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.

<32> 또한, 본 발명은 포토다이오드를 포함한 하부구조 형성이 완료된 기판 상에 칼라필터를 형성하고 상기 칼라필터 상에 음성 감광막을 이용한 오버코팅 레이어를 형성하는 단계; 위상천이 마스크를 이용한 포토공정을 진행하여 상기 칼라필터가 인접하는 영역에 대응하는 상기 오버코팅 레이어 상에 브리지 방지골을 형성하는 단계; 및 방지골이 형성된 상기 오버코팅 레이어 상에 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진다.

- <33> 본 발명은 시모스 이미지센서의 제조방법에 관한 것으로, 특히 칼라필터로 인한 단차를 제거하는 기능을 하는 오버코팅 레이어에 방지골을 형성하여 후속 마이크로렌즈 형성공정에서 발생할 수 있는 브리지 현상을 방지한 발명이다.
- <34> 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.
- <35> 도2a 내지 도2d는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 시모스 이미지센서의 제조방법을 도시한 공정단면도로서, 이를 참조하여 본 발명의 제 1 실시예에 따른 시모스 이미지센서의 제조방법을 설명한다.
- <36> 먼저 도2a를 참조하면, 칼라필터(26) 상에 오버코팅 레이어(27)를 형성하기까지의 공정은 종래기술과 동일하다. 즉, 반도체 기판(20) 상에는 활성영역과 필드영역을 정의하는 소자분리막(21)이 형성되어 있으며, 각각의 단위화소에는 빛을 수광하여 광전하를 생성하는 포토다이오드(22)가 형성되어 있는데, 도2a에서는 단위화소를 구성하는 각각의 트랜지스터들은 도시하지 않았다.
- <37> 이와같이 소자분리막(21)과 포토다이오드(22)을 비롯한 관련소자들이 형성된 이후에, 층간절연막(23)이 반도체 기판(20) 상에 형성되고 이후에 층간절연막(23) 상에 최종금속배선(24)이 형성된다. 이러한 금속배선은 포토다이오드(22)로 입사하는 빛을 가리지 않기 위해 의도적으로 레이아웃(layout) 되어 형성된다.
- <38> 이와같이 최종금속배선(24)을 형성한 이후에, 습기나 스크래치(scratch) 등으로부터 소자를 보호하기 위하여 최종금속배선(24) 상에 패시베이션막(25)을 형성한다.

- <39> 다음으로 페시베이션막(25) 상에 칼라 이미지 구현을 위한 3색의 칼라필터(26)가 형성된다. 칼라필터의 구성물질로는 통상적으로 염색된 포토레지스트를 사용하며 각각의 단위화소마다 하나의 칼라필터(26)가 형성되어, 입사하는 빛으로부터 색을 분리해 낸다.
- <40> 도2a에 도시된 서로 이웃하는 칼라필터들은 약간씩 오버랩(overlap)되면서 형성되므로 단차가 발생하며, 이를 보완하기 위해 후속공정으로 오버코팅 레이어(27)를 칼라필터(26) 상에 형성한다.
- <41> 후속공정으로 형성될 마이크로렌즈는 평탄화된 표면 상에 형성되어야 하며, 이를 위해서는 칼라필터로 인한 단차를 없애야 한다. 따라서, 전술한 바와같이 칼라필터(26) 상에 오버코팅 레이어(27)가 형성되는데, 이와같은 오버코팅 레이어(27)는 감광막 계열의 막으로 이루어진다.
- <42> 본 발명의 제 1 실시예에서는, 오버코팅 레이어(27)는 양성(positive) 감광막을 이용하여 형성되므로, 노광된 부분이 제거되는 특성을 갖는다.
- <43> 다음으로, 오버코팅 레이어(27)에 미세한 방지골을 형성하기 위하여, 바이너리 마스크(Binary Mask)(31)를 형성한다.
- <44> 본 발명의 제 1 실시예에서는 종래에 사용하던 바이너리 마스크(Binary Mask)를 그대로 사용하되, 한계 해상도(resolution) 이하의 크기로 크롬(Chromium)을 오픈(open)하여 마스크를 제작하였다.
- <45> 즉 도2a를 참조하면, 바이너리 마스크(31)에서 크롬이 오픈되는 영역의 너비(d1)는 한계 해상도 이하인 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 제작하였다. 이와같이 바이너리 마스크(31)를 제작하게 되면, 크

롬이 오픈되는 영역을 이용하여 형성된 방지골의 CD(Critical Dimension)는 도즈(dose)량을 조절함으로써 조절 가능하며 또한, 방지골의 깊이도 도즈량에 따라 조절할 수 있다.

<46> 본 발명의 제 1 실시예에서는, 칼라필터(26)가 노출될 정도로 오버코팅 레이어(27)를 정확히 패터닝할 필요가 없기 때문에, 한계 해상도 이하의 미세한 방지골을 형성할 수 있으며, 이와같은 방지골은 후속 마이크로렌즈 형성공정에서 브리지 현상을 방지할 정도의 깊이와 너비를 갖으면 된다.

<47> 도2b에는 본 발명의 일실시예에 따른 바이너리 마스크(31)를 이용하여 형성된 방지골이 도시되어 있으며, 도즈량을 조절함에 따라 방지골의 너비(d2)는 0.1 ~ 0.2 μ m로 조절할 수 있다.

<48> 본 발명의 제 1 실시예에서는, 통상적으로 사용되는 값싼 바이너리 마스크(31)를 이용하여 한계 해상도 이하의 미세한 방지골을 형성하였으며, 이에 따라 브리지 현상을 염려하지 않고도 마이크로렌즈의 크기를 극대화시킬 수 있어 이미지센서의 광감도를 향상시킬 수 있다.

<49> 이와같이 방지골이 형성된 오버코팅 레이어(27)는 큐어링(curing) 공정을 거쳐 경화된 이후에, 오버코팅 레이어(27) 상에 각진 형태의 마이크로렌즈(28)가 패터닝된다. 이를 도2c에 도시하였다.

<50> 마이크로렌즈를 형성하기 위해서는 방지골이 형성된 오버코팅 레이어(27) 상에 투과도가 높은 실리콘 산화막계열의 마이크로렌즈 형성용 감광막(28)을 일정두께로 도포한 후, 이를 패터닝하여 도2c에 도시된 바와같은 각진 형태의 마이크로렌즈를 형성한다. 이때 패터닝된 마이크로렌즈 형성용 감광막(28)의 폭은, 후속 플로우(flow) 공정을 고려하여 설정한다.

- <51> 다음으로, 플로우(flow) 공정을 진행하여 각진 형태의 마이크로렌즈를 돔(dome) 형태의 마이크로렌즈로 변화시키킨다. 이때 과다 플로우된 마이크로렌즈 형성용 감광막(28)은 방지골 내부로 쌓이게 된다.
- <52> 본 발명의 제 1 실시예에 따른 시모스 이미지센서에서는 미세한 방지골이 오버코팅 레이어 상에 형성되어 있으므로 이와같은 플로우 공정에서 브리지현상을 방지할 수 있으며, 따라서 브리지현상에 대한 염려없이 마이크로렌즈의 크기를 최대한 키울 수 있어 광감도를 향상시킬 수 있다.
- <53> 또한, 본 발명의 제 1 실시예에서는 통상적으로 사용하던 바이너리 마스크를 이용하여 한계 해상도 이하의 미세한 방지골을 형성함으로써, 제조단가의 상승없이 광감도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- <54> 다음으로 도3a 내지 도3d를 참조하여 본 발명의 제 2 실시예에 대해 설명한다. 본 발명의 제 2 실시예에서는 오버코팅 레이어로 네가티브 감광막을 사용하며, 네가티브 감광막에 상응하는 바이너리 마스크를 사용하여 방지골을 형성한 발명이다.
- <55> 먼저 도3a를 참조하면, 칼라필터(26) 상에 오버코팅 레이어(27)를 형성하기까지의 공정은 본 발명의 제 1 실시예와 동일하다. 즉, 반도체 기판(20) 상에는 활성영역과 필드영역을 정의하는 소자분리막(21)이 형성되어 있으며, 각각의 단위화소에는 빛을 수광하여 광전하를 생성하는 포토다이오드(22)가 형성되어 있는데, 도3a에서는 단위화소를 구성하는 각각의 트랜지스터들은 도시하지 않았다.
- <56> 이와같이 소자분리막(21)과 포토다이오드(22)을 비롯한 관련소자들이 형성된 이후에, 충전절연막(23)이 반도체 기판(20) 상에 형성되고 이후에 충전절연막(23) 상에 최종금속배선(24)

이 형성된다. 이러한 금속배선은 포토다이오드(22)로 입사하는 빛을 가리지 않기 위해 의도적으로 레이아웃(layout) 되어 형성된다.

<57> 이와같이 최종금속배선(24)을 형성한 이후에, 습기나 스크래치(scratch) 등으로부터 소자를 보호하기 위하여 최종금속배선(24) 상에 패시베이션막(25)을 형성한다.

<58> 다음으로 패시베이션막(25) 상에 칼라 이미지 구현을 위한 3색의 칼라필터(26)가 형성된다. 칼라필터의 구성물질로는 통상적으로 염색된 포토레지스트를 사용하며 각각의 단위화소마다 하나의 칼라필터(26)가 형성되어, 입사하는 빛으로부터 색을 분리해 낸다.

<59> 도3a에 도시된 서로 이웃하는 칼라필터들은 약간씩 오버랩(overlap)되면서 형성되므로 단차가 발생하며, 이를 보완하기 위해 후속공정으로 오버코팅 레이어(27)를 칼라필터(26) 상에 형성한다.

<60> 후속공정으로 형성될 마이크로렌즈는 평탄화된 표면 상에 형성되어야 하며, 이를 위해서는 칼라필터로 인한 단차를 없애야 한다. 따라서, 전술한 바와같이 칼라필터(26) 상에 오버코팅 레이어(27)가 형성되는데, 이와같은 오버코팅 레이어(27)는 감광막 계열의 막으로 이루어진다.

<61> 본 발명의 제 2 실시예에서는, 오버코팅 레이어(27)는 음성(negative) 감광막을 이용하여 형성되므로, 비 노광된 부분이 제거되는 특성을 갖는다.

<62> 다음으로, 오버코팅 레이어(27)에 미세한 방지골을 형성하기 위하여, 바이너리 마스크(Binary Mask)(32)를 형성한다. 본 발명의 제 2 실시예에서는 네가티브 감광막을 오버코팅 레이어(27)로 사용하므로, 이에 상응하도록 바이너리 마스크(Binary Mask)(32)를 형성한다.

- <63> 즉, 방지골이 형성될 영역은 크롬(Cr)으로 처리하여 빛의 투과를 막고, 그 이외의 영역은 크롬처리를 하지 않음으로써 빛이 투과하도록 마스크를 제작하였으며, 이를 도3a에 도시하였다.
- <64> 이러한 바이너리 마스크를 이용하여 포토공정을 진행하면, 도3b에 도시된 바와같은 방지골이 형성된다. 즉, 오버코팅 레이어(27)는 방지골을 갖도록 패터닝되며, 이와같은 방지골을 후속 마이크로렌즈 형성공정에서 발생할 수 있는 브리지 현상을 방지해 준다. 이후의 공정은 본 발명의 제 1 실시예와 동일하므로 이에 대한 설명은 생략한다.
- <65> 다음으로 본 발명의 제 3 실시예에 따른 시모스 이미지센서 제조방법을 설명한다.
- <66> 본 발명의 제 3 실시예에서는 해상도(resolution)가 높은 위상천이 마스크(Phase Shifted Mask : 이하, PSM)를 사용하여 오버코팅 레이어에 미세한 방지골을 형성함으로써 브리지 현상을 방지한 발명이다.
- <67> 분포밀도가 높은 패턴의 노광시에 인접 패턴간의 광 간섭효과로 인한 해상도의 저하를 방지하기 위해, 감광막을 노광시키는 빛의 위상을 0° 또는 180° 로 상호간에 반전시켜 해상도를 증가시키는 마스크를 위상천이 마스크(PSM)라 하는데, 이러한 위상천이 마스크는 패턴에 대하여 교번적으로 투과하는 빛이 0° 또는 180° 의 위상을 갖도록 마스크를 가공함으로써, 인접 패턴간에 광 강도(light intensity)가 0 이 되는 부분을 발생시켜 해상도를 높이게 된다. 즉, PSM은 0° 와 180° 부분의 경계면에서 위상천이(phase shift)로 인하여 빛의 세기가 0이 되는 원리를 이용한 마스크이다.

- <68> 이와같은 위상천이 마스크는 통상적인 바이너리 마스크에 비해 가격이 비싼 단점이 있지만, 고 해상도의 포토공정을 진행할 수 있는 장점이 있기 때문에, 본 발명의 제 3 실시예에서는 위상천이 마스크를 사용하여 미세한 방지꼴을 형성하였다.
- <69> 이하, 도4a 내지 도4d를 참조하여 본 발명의 제 3 실시예를 설명한다.
- <70> 먼저, 도4a를 참조하면 칼라필터(26) 상에 오버코팅 레이어(27)를 형성하기까지의 공정은 본 발명의 제 1 실시예와 동일하다. 즉, 반도체 기판(20) 상에는 활성영역과 필드영역을 정의하는 소자분리막(21)이 형성되어 있으며, 각각의 단위화소에는 빛을 수광하여 광전하를 생성하는 포토다이오드(22)가 형성되어 있는데, 도4a에서는 단위화소를 구성하는 각각의 트랜지스터들은 도시하지 않았다.
- <71> 이와같이 소자분리막(21)과 포토다이오드(22)을 비롯한 관련소자들이 형성된 이후에, 층간절연막(23)이 반도체 기판(20) 상에 형성되고 이후에 층간절연막(23) 상에 최종금속배선(24)이 형성된다. 이러한 금속배선은 포토다이오드(22)로 입사하는 빛을 가리지 않기 위해 의도적으로 레이아웃(layout) 되어 형성된다.
- <72> 이와같이 최종금속배선(24)을 형성한 이후에, 습기나 스크래치(scratch) 등으로부터 소자를 보호하기 위하여 최종금속배선(24) 상에 패시베이션막(25)을 형성한다.
- <73> 다음으로 패시베이션막(25) 상에 칼라 이미지 구현을 위한 3색의 칼라필터(26)가 형성된다. 칼라필터의 구성물질로는 통상적으로 염색된 포토레지스트를 사용하며 각각의 단위화소마다 하나의 칼라필터(26)가 형성되어, 입사하는 빛으로부터 색을 분리해 낸다.

- <74> 도4a에 도시된 서로 이웃하는 칼라필터들은 약간씩 오버랩(overlap)되면서 형성되므로 단차가 발생하며, 이를 보완하기 위해 후속공정으로 오버코팅 레이어(27)를 칼라필터(26) 상에 형성한다.
- <75> 후속공정으로 형성될 마이크로렌즈는 평탄화된 표면 상에 형성되어야 하며, 이를 위해서는 칼라필터로 인한 단차를 없애야 한다. 따라서, 전술한 바와같이 칼라필터(26) 상에 오버코팅 레이어(27)가 형성되는데, 이와같은 오버코팅 레이어(27)는 감광막 계열의 막으로 이루어진다.
- <76> 본 발명의 제 3 실시예에서는, 오버코팅 레이어(27)는 음성(negative) 감광막을 이용하여 형성되므로, 비노광 부분이 제거되는 특성을 갖는다.
- <77> 다음으로, 오버코팅 레이어(27)에 미세한 방지골을 형성하기 위하여, 위상천이 마스크(Phase Shifted Mask)(33a, 33b)를 오버코팅 레이어 상에 형성한다.
- <78> 위상천이 마스크는 위상이 0° 인 빛을 통과시키는 부분(33a)과 위상이 180° 로 반전된 빛을 통과시키는 부분(33b)이 교번하도록 제작되며, 교차지점에서는 빛의 상쇄간섭으로 인해 빛의 세기가 0 이 된다.
- <79> 이와같은 빛의 세기(intensity of light)를 도4a에 도시하였으며, 도4a를 참조하면 서로 반대인 위상이 교차되는 지점에서는 빛의 세기가 0 이 됨을 알 수 있다.
- <80> 따라서, 이와같은 PSM 마스크를 이용하여 포토공정을 진행하면, 도4b에 도시된 바와같은 방지골을 얻을 수 있으며, 전술한 바와같이 PSM 마스크를 이용하면 고 해상도의 패턴을 얻을 수 있으므로, 너비가 $0.1\mu\text{m}$ 이하인 방지골을 얻을 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 이미지센서에서 방지골의 너비는 $0.03 \sim 0.1\mu\text{m}$ 으로 설정한다.

- <81> 이와같이 미세한 방지골이 형성된 오버코팅 레이어(27)는 큐어링(curing) 공정을 거쳐 경화된 이후에, 오버코팅 레이어(27) 상에 각진 형태의 마이크로렌즈(28)가 패터닝된다.
- <82> 마이크로렌즈를 형성하기 위해서는 방지골이 형성된 오버코팅 레이어(27) 상에 투과도가 높은 실리콘 산화막계열의 마이크로렌즈 형성용 감광막(28)을 일정두께로 도포한 후, 이를 패터닝하여 도4c에 도시된 바와같은 각진 형태의 마이크로렌즈를 형성한다. 이때 패터닝된 마이크로렌즈 형성용 감광막(28)의 폭은, 후속 플로우(flow) 공정을 고려하여 설정한다. 다음으로, 플로우(flow) 공정을 진행하여 각진 형태의 마이크로렌즈를 돔(dome) 형태의 마이크로렌즈로 변화시키킨다. 이때 파다 플로우된 마이크로렌즈 형성용 감광막(28)은 방지골 내부로 쌓이게 된다. 이를 도4d에 도시하였다.
- <83> 본 발명의 제 3 실시예에서는 위상천이 마스크(PSM)를 사용하여 미세한 방지골을 오버코팅 레이어 상에 형성하므로 브리지현상을 방지할 수 있으며, 따라서 브리지현상에 대한 염려없이 마이크로렌즈의 크기를 최대한 키울 수 있어 광감도를 향상시킬 수 있다.
- <84> 또한, 본 발명의 제 3 실시예에서는 비교적 고가인 PSM 마스크를 사용하는 대신에 0.03 ~ 0.1 μ m 의 미세한 크기를 갖는 방지골을 형성할 수 있어 마이크로렌즈의 크기를 극대화시킬 수 있는 장점이 있다.
- <85> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명이 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

【발명의 효과】

<86> 상기와 같은 본 발명을 이미지센서에 적용하면, 브리지 현상을 방지할 수 있어 마이크로 렌즈의 극대화 및 칩 사이즈를 감소시킬 수 있는 장점이 있으며, 또한 종래의 BIM 마스크를 사용하는 경우에는 비용 증가없이 브리지 현상을 방지할 수 있다. 그리고 고가의 PSM 마스크를 사용하는 경우에는 더욱 미세한 방지골을 형성할 수 있는 장점이 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

시모스 이미지센서의 제조방법에 있어서,

포토다이오드를 포함한 하부구조 형성이 완료된 기판 상에 칼라필터를 형성하고 상기 칼라필터 상에 양성 감광막을 이용한 오버코팅 레이어를 형성하는 단계;

바이너리 마스크를 이용한 포토공정을 진행하여 상기 칼라필터가 인접하는 영역에 대응하는 상기 오버코팅 레이어 상에 브리지 방지홀을 형성하는 단계; 및

방지홀이 형성된 상기 오버코팅 레이어 상에 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 시모스 이미지센서의 제조방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 브리지 방지홀을 형성하는 단계는,

상기 방지홀이 $0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$ 의 너비를 갖도록, 빛을 투과시키는 부분의 너비를 한계 해상도 이하로 설정한 바이너리 마스크를 이용하는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

상기 방지골의 너비와 깊이는 도즈량에 따라 조절되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지 센서의 제조방법.

【청구항 4】

시모스 이미지 센서의 제조방법에 있어서,

포토다이오드를 포함한 하부구조 형성이 완료된 기판 상에 칼라필터를 형성하고 상기 칼라필터 상에 음성 감광막을 이용한 오버코팅 레이어를 형성하는 단계;

위상천이 마스크를 이용한 포토공정을 진행하여 상기 칼라필터가 인접하는 영역에 대응하는 상기 오버코팅 레이어 상에 브리지 방지골을 형성하는 단계; 및

방지골이 형성된 상기 오버코팅 레이어 상에 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 이루어지는 시모스 이미지 센서의 제조방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 브리지 방지골을 형성하는 단계는,

상기 브리지 방지골이 형성될 영역에서, 서로 반대인 위상이 교차하도록 설정된 위상천이 마스크를 이용하는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지 센서의 제조방법.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서,

상기 위상천이 마스크를 이용하여 형성된 브리지 방지홀은 $0.03 \sim 0.1 \mu\text{m}$ 의 폭을 갖는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

【청구항 7】

시모스 이미지센서의 제조방법에 있어서,

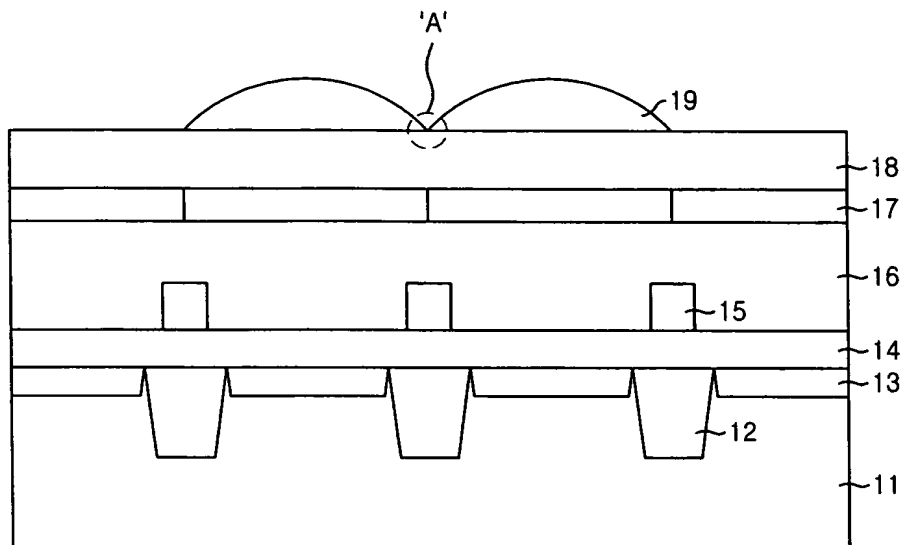
포토다이오드를 포함한 하부구조 형성이 완료된 기판 상에 칼라필터를 형성하고 상기 칼라필터 상에 음성 감광막을 이용한 오버코팅 레이어를 형성하는 단계;

바이너리 마스크를 이용한 포토공정을 진행하여 상기 칼라필터가 인접하는 영역에 대응하는 상기 오버코팅 레이어 상에 브리지 방지홀을 형성하는 단계;

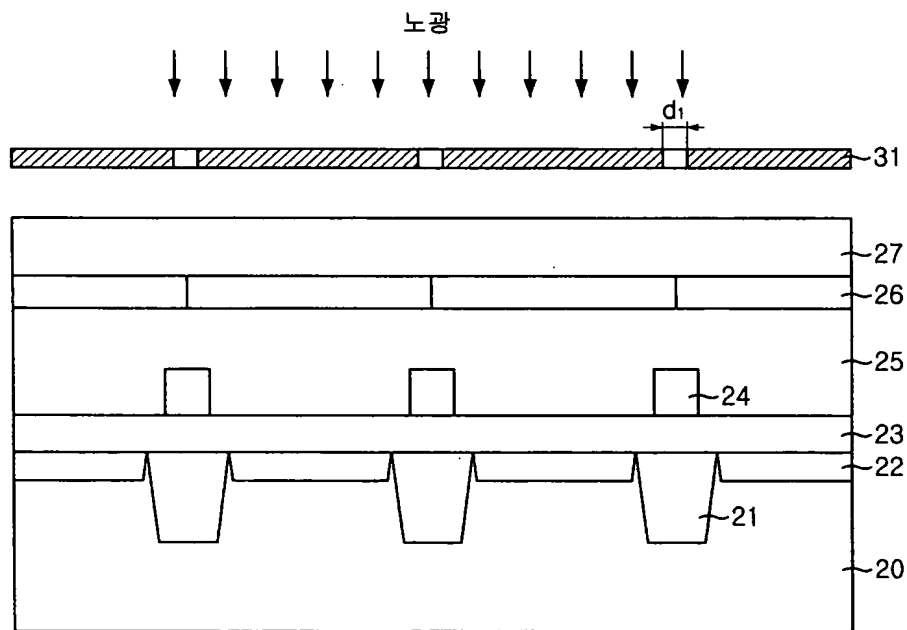
방지홀이 형성된 상기 오버코팅 레이어 상에 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 시모스 이미지센서의 제조방법.

【도면】

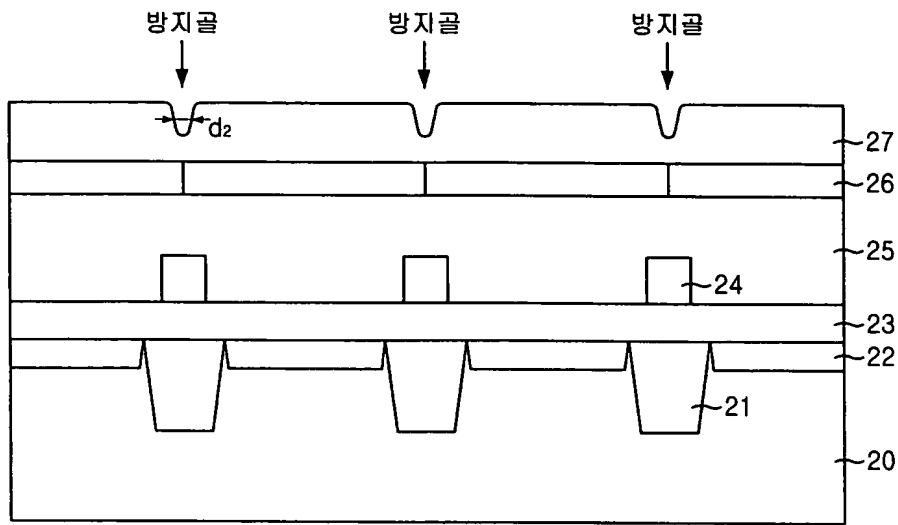
【도 1】



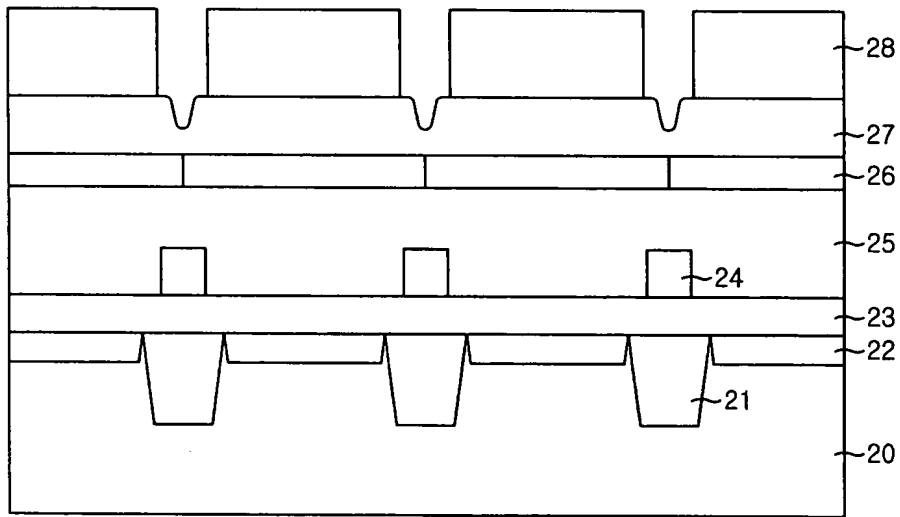
【도 2a】



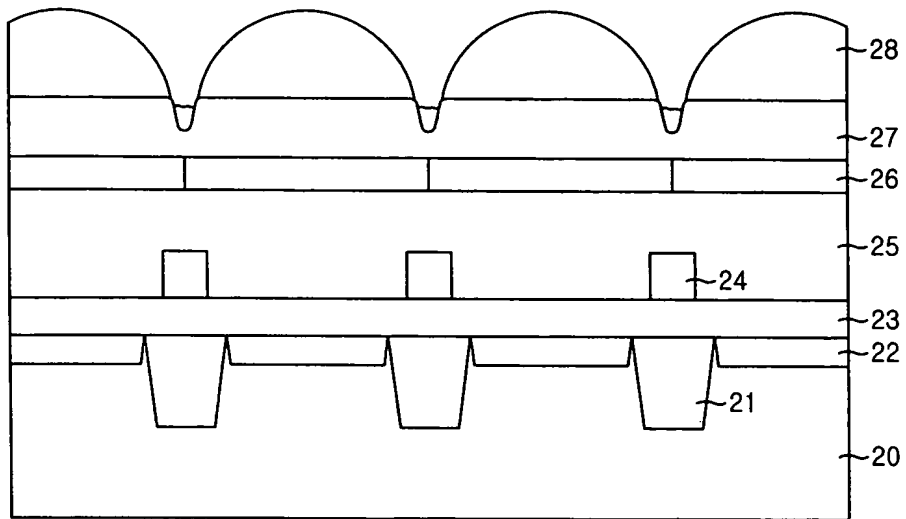
【도 2b】



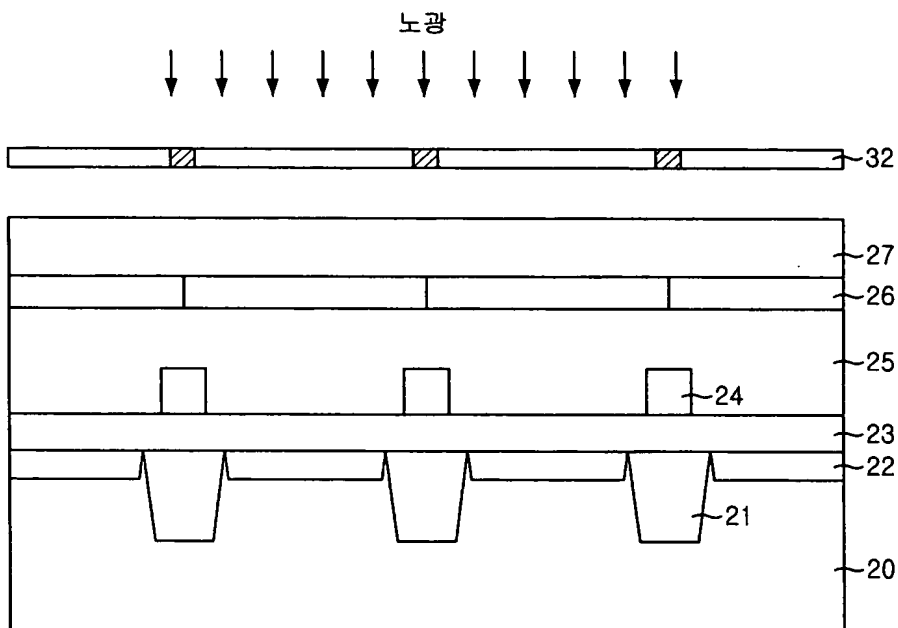
【도 2c】



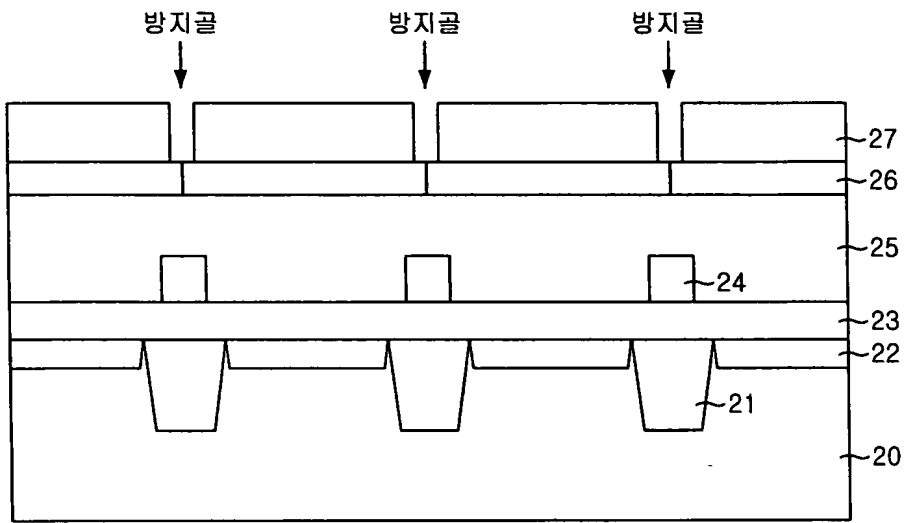
【도 2d】



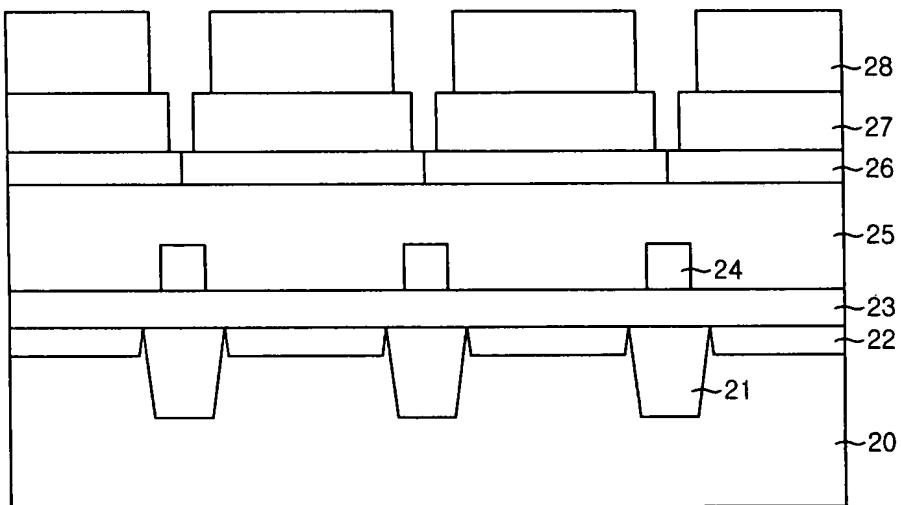
【도 3a】



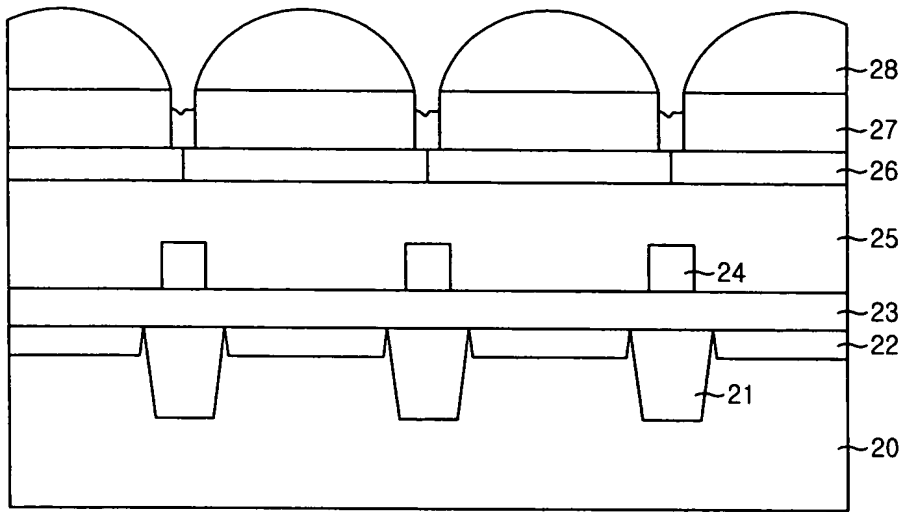
【도 3b】



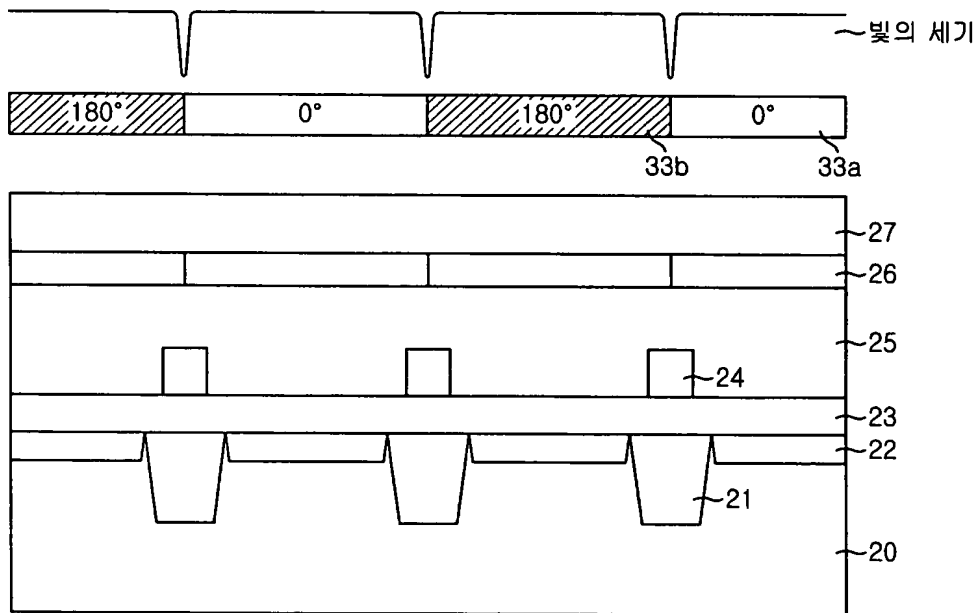
【도 3c】



【도 3d】

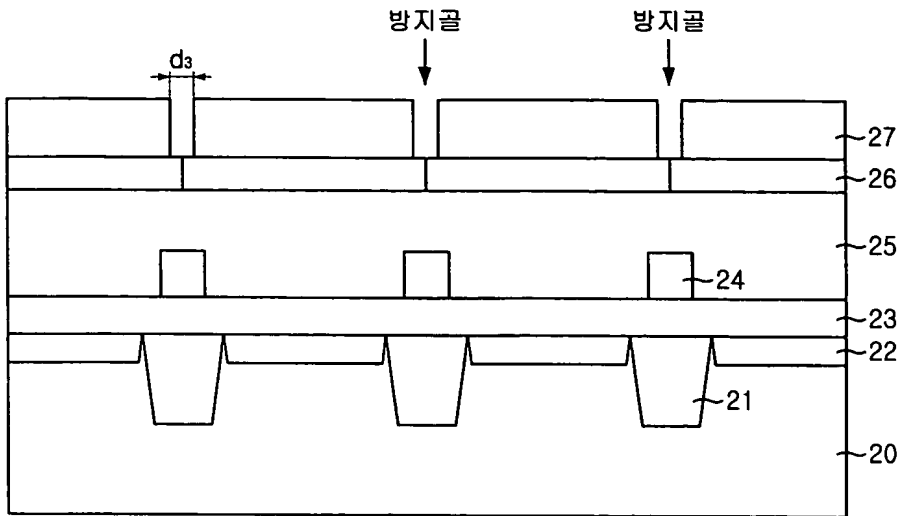


【도 4a】

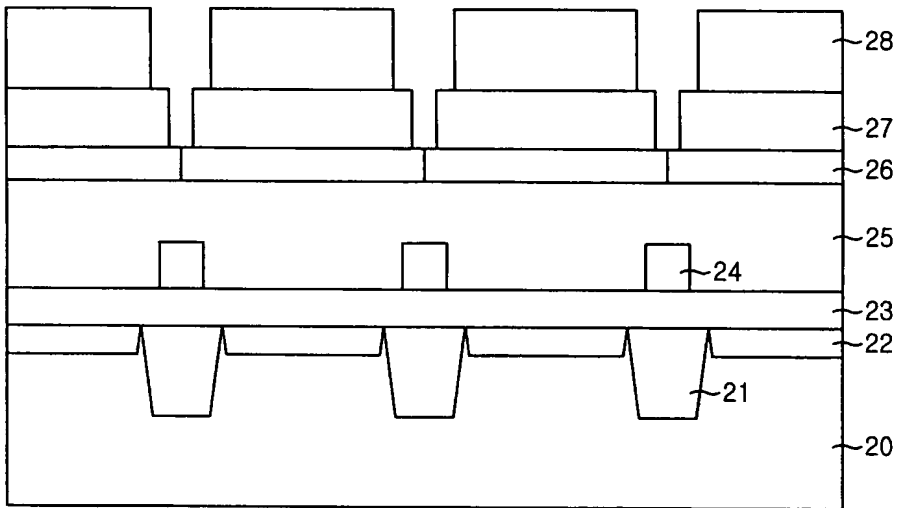




【도 4b】



【도 4c】



【도 4d】

